

修 士 論 文 の 和 文 要 旨

大学院		電気通信学	研究科	博士前期課程	電子工学	専攻
氏 名		牛山 智幸			学籍番号	0632007
論 文 題 目		Er ₂ SiO ₅ 結晶薄膜におけるErイオン発光遷移確率の評価 及びEr ₂ SiO ₅ フォトニック結晶の作製				
要 旨						
<p>シリコンLSI技術はゲートサイズを縮小化し集積度を上げることで進歩してきたが、今後ゲートサイズ縮小に代わる新しい開発指針への方向転換が求められている。その開発指針の1つとなるのが、シリコンLSIに光配線技術を組み込むシリコンフォトニクスである。シリコンフォトニクスでは、立ち遅れているSiベース発光素子の開発が強く求められている。本研究グループで研究を進めているErSiO結晶は、Si系発光素子のキーマテリアルの1つとして期待が大きい。しかしErSiO結晶は形成過程や組成、Erイオンの遷移確率など不明な点が多い。</p> <p>本研究では、ErSiO結晶の組成の同定及び、ErSiO結晶におけるErイオン発光遷移確率の評価を目的とする。また光学デバイスへの応用としてフォトニック結晶を作製し評価を行った。</p> <p>ErSiO結晶ではRBS、SIMSおよびXRD測定から、Er₂SiO₅結晶相が形成されていることがわかった。またEr₂SiO₅結晶相は元素比Er:Si=1:2及び2:1どちらのゾル溶液から作製した場合でも形成されることがわかった。Er₂SiO₅結晶の組成に対してSi過剰なEr:Si=1:2のゾル溶液から作製した薄膜は、Er:Si=2:1で作製した薄膜と比べ結晶性、配向性がよく、また間接励起を示すといった特徴が見られた。Si過剰な場合、Er₂SiO₅結晶相が相分離して形成されるため比較的結晶性が良く、また分離した過剰Si(またはSiO_x)が電子正孔対を形成する媒介となって間接励起を促すと考えられる。</p> <p>フェルミの黄金則より発光遷移確率は光の状態密度と比例する。このことから、Er₂SiO₅結晶薄膜の等価屈折率を変えることにより光の状態密度を変え発光遷移確率の変化を直接評価した。PL蛍光寿命測定の結果から、発光遷移確率の変化と蛍光寿命の変化がほぼ一致することが分かった。Er₂SiO₅結晶は一般的なEr添加Siと比較して2桁ほど短い蛍光寿命を持っている。Er₂SiO₅結晶では発光遷移確率が支配的になっていることから、この短い蛍光寿命は発光遷移確率が増大したためであると考えられる。</p> <p>次にEr₂SiO₅結晶の短い蛍光寿命は発光遷移確率が支配的であるという結果を踏まえて、さらなる発光遷移確率の増大を狙いEr₂SiO₅フォトニック結晶を作製した。顕微PL測定により評価を行った結果、フォトニック結晶によりPL発光強度が増大したことを確認できた。これはパーセル効果によるものと考えられる。しかしフォトニック結晶特有のフォトニックバンドギャップやピーク波長のシフトなどは確認できなかったため、フォトニック結晶の効果を明確に確認することはできなかった。しかし別の実験ではEr₂SiO₅結晶光導波路作製に成功しており、依然Er₂SiO₅結晶のSiベース光素子としての期待は大きい。今後フォトニック結晶を含めEr₂SiO₅結晶薄膜を加工していくには結晶膜質の向上及び細かいエッチング条件の導出などが重要であると考えられる。</p>						